

INFORME SOBRE EL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE ID10/142

“EFECTO DE LAS DEMOSTRACIONES PRÁCTICAS SOBRE EL APRENDIZAJE DE UNA ASIGNATURA BÁSICA DEL GRADO EN FÍSICA”

Coordinadora: Cristina Prieto Calvo

Participantes: Eliecer Hernández Gajate
Alfredo Valcarce Mejía
Cristina Prieto Calvo

Junio de 2011

El cambio en el paradigma educativo que ha supuesto el proceso de convergencia hacia el EEES y el diseño de las enseñanzas de grado, ha impulsado el desarrollo de numerosos proyectos de innovación docente en los que el estudiante cobra protagonismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La asignatura de Física IV, impartida en el primer curso del Grado de Física, es una materia de carácter básico que los estudiantes cursan en el segundo cuatrimestre. Durante el curso 2010-2011, segundo de su impartición, esta asignatura ha sido el escenario de un proyecto de innovación docente que pretende valorar en qué medida las demostraciones prácticas de los fenómenos explicados en el programa facilitan el aprendizaje de la materia.

La asignatura está formada por tres bloques: física de ondas, luz e introducción a física cuántica y estructura de la materia. Muchos de los conceptos que se introducen en la asignatura son novedosos y difíciles de asimilar, por su carácter no intuitivo. La idea que subyace en este proyecto es facilitar la comprensión de los conceptos básicos de la asignatura mediante observación directa de los fenómenos, introducidos con demostraciones prácticas a grupos reducidos de estudiantes.

Así, los objetivos fundamentales del proyecto son:

- favorecer el aprendizaje activo;
- motivar al alumno mediante la visualización directa de los fenómenos físicos;
- desarrollar el espíritu crítico;
- desarrollar las capacidades de expresión oral;
- estudiar el efecto de las demostraciones prácticas sobre la comprensión de los conceptos.

Para aprovechar el potencial pedagógico de las demostraciones prácticas, éstas se realizan en las sesiones de seminarios, es decir, en grupos reducidos. En el caso de la asignatura de Física IV las actividades en grupos de seminarios suponen el 25% de las horas presenciales, y el número de estudiantes está alrededor de 15-20 por grupo. Basándose en las experiencias prácticas realizadas, el profesor inicia un debate sobre la misma, en que él desempeña el papel de moderador. Así, además de ilustrar aspectos básicos de la asignatura, las demostraciones sirven para fomentar la discusión fluida entre los estudiantes.

Para valorar el efecto que las experiencias prácticas tienen sobre los resultados del aprendizaje se recaba la opinión de los estudiantes mediante encuestas. Durante el curso 2009-2010 se llevó a cabo un proyecto de innovación docente con características semejantes al actual. La comparación entre los resultados de ambos cursos, en que se han mantenido tanto programa como profesorado, permite obtener conclusiones sobre sus resultados respaldados por una mayor estadística.

La metodología de trabajo comprende diversos aspectos:

- En clases magistrales se lleva a cabo la introducción a los temas correspondientes, ayudándose de material multimedia (presentaciones, simulaciones, videos...).
- Los estudiantes disponen de todo el material que se usa en clase a través de la plataforma Studium.
- Se proyectan vídeos didácticos sobre los conceptos explicados.
- Se realizan las demostraciones prácticas con material de laboratorio.
- También se utiliza material complementario para incrementar el efecto pedagógico de la demostración práctica.
- Entre los estudiantes del grupo de seminario se discuten los aspectos más significativos de la experiencia y se debaten las cuestiones presentadas por el profesorado.

Durante este curso se ha hecho especial hincapié en las demostraciones relacionadas con la introducción a la física cuántica y la estructura de la materia, por ser un campo en que nuestra intuición, basada en la experiencia cotidiana, nos engaña. En diversas sesiones, y siempre en grupos de seminarios, se han realizado 4 experiencias:

- **Difracción de electrones.** En este experimento se manifiesta el comportamiento ondulatorio de la materia y pone de manifiesto la necesidad de la Física Cuántica para describir el mundo microscópico.
- **Espectro de hidrógeno.** Además de ilustrar las deficiencias de la física clásica para la descripción del mundo microscópico, permite entender las hipótesis cuánticas del modelo de Bohr.
- **Espectro de rayos X.** En este caso se analizan las características fundamentales del espectro de rayos X de un elemento. La presencia de picos característicos del material apoya la hipótesis de cuantización de la energía de los estados atómicos.
- **Difracción de luz láser.** Se pone de manifiesto cómo el principio de incertidumbre permite entender patrones de difracción e interferencia sin necesidad de acudir a argumentos clásicos de la física ondulatoria. Además, se ilustra como se realiza *la medida de lo pequeño*, fundamental para entender los conceptos microscópicos de la física cuántica.

También se han visualizado diversos vídeos que han servido para ilustrar los fenómenos de:

- **Dispersión Rutherford.** El experimento de Rutherford fue clave para determinar la existencia del núcleo atómico.
- **Dualidad onda-corpúsculo.** Sirve como introducción a las experiencias de difracción de electrones o al espectro de rayos X. Se pone de manifiesto el doble carácter de radiación y materia: comportamiento ondulatorio en su propagación y corpuscular en su interacción.
- **Construcción de paquetes de ondas.** Se visualiza la superposición de ondas de distinta longitud de onda para generar un paquete de ondas localizado en una determinada región del espacio.

Durante las demostraciones el estudiante puede cambiar diversos parámetros de la experiencia. El profesor plantea cuestiones cuya resolución pone de manifiesto la diferencia entre el funcionamiento del mundo macroscópico y microscópico. Mediante estas discusiones se pretende fomentar el espíritu crítico y desarrollar las capacidades de observación.

Un componente no menos importante del proyecto es modelizar física y matemáticamente los fenómenos observados. Repitiendo la secuencia observación, modelización, expresión matemática, diseño de experimento, análisis de resultados, que es la base del método científico, permite la formación integral del estudiante como científico, sobre la que se construirán en cursos posteriores conceptos más complejos.

Para medir el efecto que las actuaciones de este proyecto tienen sobre el aprendizaje de la materia se ha recabado la opinión de los estudiantes mediante encuestas en que responden preguntas relacionadas con el desarrollo de la asignatura en particular y del Grado en Física en general. En términos generales los resultados de la encuesta confirman los obtenidos en la aplicación del proyecto docente durante el curso 2009-2010. La población encuestada en el curso 2010-2011 ha

sido de 43 estudiantes, y de 31 en el 2009-2010. En las encuestas el éxito de las demostraciones como herramienta de aprendizaje se pone claramente de manifiesto: el 93% (97% en el 2009) consideran que los ejemplos prácticos les ayudan en la comprensión de los conceptos de la asignatura y que sería conveniente disponer de más ejemplos prácticos (77% en 2010 y 87% en 2009). Además, un 58% de los encuestados (84% en el 2009) preferirían que se dedicara más tiempo a dichas demostraciones. De los alumnos valoran los videos como material adecuado para complementar el proceso de aprendizaje el 79% (84% en el 2009) pero en general consideran que no puede sustituir a una demostración en directo (56% en 2010 y 61% en el 2009).

Valoración sobre el desarrollo del grado en Física.

La llegada de los grados ha supuesto un cambio en la forma tradicional de enseñanza-aprendizaje. Los profesores de la asignatura hemos realizado un esfuerzo importante para la preparación de apuntes, manuales y presentaciones que faciliten el trabajo de los alumnos. De esta forma se puede conseguir que la atención del alumno en clase se centre en entender las explicaciones y razonamientos. En la asignatura de Física IV la evaluación continua tiene en cuenta la asistencia, la participación activa en seminarios y la entrega de ejercicios a lo largo del curso. El nuevo Grado en Física introduce los seminarios en grupos reducidos con la idea de que favorezcan al mismo tiempo la participación de los alumnos como su aprendizaje. Nuestros seminarios se han dedicado tanto a demostraciones prácticas, como a discusión y resolución de problemas propuestos o a la profundización de algún tema concreto.

Mediante las encuestas se recabó también la opinión de los estudiantes sobre la nueva estructura de la docencia, en particular sobre el aprovechamiento de los seminarios, tanto en la asignatura de Física IV como en el Grado en Física en general. En Física IV el 84% (45% en el 2009) de los encuestados considera que el tamaño más reducido de los grupos de seminario favorece la participación y los valora como útiles para comprender mejor los contenidos el 95% (52% en 2009). Consideran positiva la entrega de trabajos a lo largo del curso el 86% (71% en el 2009). En cuanto a las metodologías seguidas en las clases magistrales se decantan por una combinación de pizarra y presentaciones informáticas (el 58% en ambos cursos).

Se incluyen como anexo las preguntas del cuestionario de opinión realizado a los estudiantes y los resultados correspondientes a las ediciones del 2009 y de este curso.

Como conclusión, podemos afirmar que las demostraciones prácticas en grupo reducido facilitan el aprendizaje de los conceptos más complejos de la materia. Los estudiantes reconocen también el valor pedagógico de otros elementos multimedia, como vídeos de experiencias, pero consideran más instructiva la posibilidad de experimentación directa. Como resultados indirectos de la aplicación del proyecto se ha disfrutado de una docencia más fluida, al aumentar la motivación y el interés de los alumnos.

ENCUESTA SOBRE LA ASIGNATURA DE FÍSICA IV

Se muestran los resultados de la encuesta en el curso 2010-2011 (43 encuestados) y entre paréntesis los del curso 2009-2010 (31 encuestados).

1. Respecto a la formación del estudiante considera que el nivel de la asignatura es:
a) Adecuado 56 % (42%) b) Alto 42 % (58 %) c) Bajo 2 % (0 %)
2. El material de estudio proporcionado es suficiente y adecuado
a) Sí 79 % (81 %) b) No 19 % (10 %)
3. Las tres partes en que se divide la asignatura se complementan adecuadamente:
a) Sí 84 % (64 %) b) No 14 % (35 %)
4. Los seminarios son útiles para comprender mejor los contenidos de la asignatura
a) Sí 95 % (52 %) b) No 5 % (32 %)
5. El hecho de que los grupos de seminarios sean más reducidos favorece la participación de los estudiantes
a) Sí 84 % (45 %) b) No 16 % (48 %)
6. El hecho de que los grupos de seminarios sean más reducidos favorece el aprendizaje
a) Sí 88 % (16 %) b) No 12 % (81 %)
7. Eliminaría los seminarios y los cambiaría por
a) Más teoría 7 % (3 %) b) Más problemas 44 % (71 %) c) No los eliminaría 49 % (6%)
8. Me gustaría que en los seminarios se dedicara más tiempo a demostraciones en el laboratorio
a) Sí 58 % (84 %) b) No 42 % (16 %)
9. Los ejemplos prácticos vistos en el laboratorio ayudan a entender los conceptos explicados en la asignatura
a) Sí 93 % (97 %) b) No 5 % (3 %)
10. Sería conveniente disponer de más ejemplos de laboratorio que ilustren los conceptos explicados en la asignatura
a) Sí 77 % (87 %) b) No 16 % (13 %)
11. Un vídeo puede suplir las demostraciones prácticas vistas en el laboratorio
a) Sí 44 % (35 %) b) No 56 % (61 %)
12. Los vídeos son un material adecuado para complementar el proceso de aprendizaje
a) Sí 79 % (84 %) b) No 21 % (10%)
- 13.
14. La entrega de trabajos a lo largo del curso es positiva
a) Sí 86 % (71 %) b) No 12 % (26 %)
15. En general lo explicado en clase es suficiente para abordar la resolución de los problemas propuestos
a) Sí 65 % (42 %) b) No 30 % (52 %)
16. Considera que el peso de la prueba escrita final es adecuado
a) Adecuado 58 % (45 %) b) Alto 33% (35 %) c) Bajo 7 % (19 %)
17. Prefiere que las clases de teoría sean
a) de pizarra 35 % (32 %) b) Presentaciones 5 % (10 %) c) Ambos tipos 58% (58%)
18. Su grado de satisfacción con la asignatura es
a) Alto 56 % (42 %) b) Bajo 21 % (26 %) c) Intermedio 0 % (29 %)

ENCUESTA SOBRE EL GRADO EN FÍSICA

1. En general, el nivel del primer curso es adecuado a los conocimientos adquiridos en bachillerato
a) Sí 49 % (42 %) b) No 47 % (48 %)
2. En general, el temario de unas asignaturas me ha sido útil en el desarrollo de las demás
a) Sí 70 % (45 %) b) No 21 % (52 %)
3. Los seminarios son útiles para comprender mejor los contenidos de las distintas asignaturas
a) Sí 49 % (0 %) b) No 7 % (29 %) c) en algunas asignaturas 40% (72%)
4. El hecho de que los grupos de seminarios sean más reducidos favorece la participación de los estudiantes
a) Sí 81 % (42 %) b) No 16 % (55 %)
5. El hecho de que los grupos de seminarios sean más reducidos favorece el aprendizaje
a) Sí 74 % (3 %) b) No 9 % (39 %) c) En algunas asignaturas 14 % (50%)
6. Eliminaría los seminarios y los cambiaría por
a) Más horas de teoría 5 % (3 %) b) Más horas de problemas 40 % (64 %) c) No los eliminaría 56 % (10 %)
7. Respecto al número de tareas personales a entregar debería ser
a) Mayor 5 % (0 %) b) Menor 40 % (61 %) c) El actual es adecuado 51 % (39%)
8. El grado de dificultad de las tareas personales es
a) Alto 9 % (19 %) b) Adecuado 28 % (16 %) c) Depende de la asignatura 58 % (64 %)